

## PATENT APPLICATION

### Optical Transmission Device and Optical Transmission System Using the Same

Inventors: Shigeru Tokita, a citizen of Japan, residing at  
c/o HITACHI, LTD.,  
Intellectual Property Group  
New Marunouchi Building  
5-1, Marunouchi 1-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220 Japan

Mitsuo Akashi, a citizen of Japan, residing at  
c/o HITACHI, LTD.,  
Intellectual Property Group  
New Marunouchi Building  
5-1, Marunouchi 1-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220 Japan

Naohiko Baba, a citizen of Japan, residing at  
c/o HITACHI, LTD.,  
Intellectual Property Group  
New Marunouchi Building  
5-1, Marunouchi 1-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220 Japan

Yoichi Honzawa, a citizen of Japan, residing at  
c/o HITACHI, LTD.,  
Intellectual Property Group  
New Marunouchi Building  
5-1, Marunouchi 1-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220 Japan

Hideki Satoh, a citizen of Japan, residing at  
c/o HITACHI VIDEO & INFORMATION SYSTEM, INC.  
292, Yoshidacho, Totsuka-ku  
Yokohama-shi, Kanagawa-ken Japan

Assignee: Hitachi, Ltd.  
6, Kanda Surugadai 4-chome  
Chiyoda-ku, Japan  
Incorporation: Japan

Entity: Large

# OPTICAL TRANSMISSION DEVICE AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM USING THE SAME

## BACKGROUND OF THE INVENTION

本発明は、光伝送システムに係り、特に波長多重光通信に好適な光送信器および光伝送システムに関する。

波長多重光伝送システムは、一本の光ファイバケーブルで、大容量のデータ伝送を実現できるため、急速に需要が拡大している。また、情報量の増加に伴い、光ファイバケーブル1本あたりの光信号チャンネル数が拡大され、隣接チャンネルの光信号の波長間隔は高密度化が要求されている。

波長多重光伝送システムは、規定した光波長で光信号を生成する複数の光送信器を用い、合波器を介して光信号の波長多重を行う。一方、波長多重化された光信号は、光ファイバケーブルを経た後、分波器にて規定された光波長毎に分波され、光受信器にて電気信号に変換される。

このような波長多重光伝送システムに用いる従来の光送信器としては、例えば、特開2000-89178号公報に記載されている。

図11に、従来の光送信器の構成を示す。従来の光送信器は、半導体レーザ10、光変調器20、駆動回路80、電流源70、受光素子55、光強度安定化回路71、光強度設定回路72で構成する。半導体レーザ10に、電流源70よりレーザ駆動電流が供給されることにより誘導放出光が生成される。誘導放出光は、光変調器20により変調され光信号に変換される。このとき、誘導放出光の光強度は、受光素子55により監視されている。光強度安定化回路71において、光強度設定回路72が生成する光強度設定信号と受光素子55が生成する光強度検出信号を比較し、この比較結果に応じてレーザ駆動電流を制御する。この結果、誘導放出光の光強度が一定レベルに制御され、光信号も所定の光強度で出力される。

従来の光送信器では、光信号の発出/遮断制御を、レーザ駆動電流のON/OFFにより行っていた。従来の光送信器において、レーザ駆動電流をON/OFFさせた場合、半導体レーザの消費電力の変化に伴い、素子温度が変化してしまう。一方、半導体レーザは、図9に示すように半導体レーザの素子温度により誘導放出光の波長が変動してしまう特性を持っている。

したがって、従来の光送信器を波長多重光伝送システムに適用した場合、光信号のON/OFF制御に際して、光信号の波長が変動してしまうので、隣接光波長チャンネルの光信号と混信し、誤った光信号を伝送してしまう恐れがあった。

## SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の目的は、誤った光波長を有する光信号を速やかに防止する光送信器を提供するとともに、本発明に係る光送信器を適用した伝送誤りの少ない光伝送システムを提供することにある。  
*(光送信器は)*

上記課題を解決するため、*(光送信器は)* 駆動電流を出力する電流源と、駆動電流を誘導放出光に変換し出力する半導体レーザと、送信データ信号と発光を遮断する遮光制御信号とを変調制御信号に変換し出力する駆動回路と、誘導放出光と変調制御信号を入力し、変調制御信号で誘導放出光の透過量を変化させ送信光信号を生成する光変調器とを有することを特徴とする。

また、駆動電流を出力する電流源と、駆動電流を誘導放出光に変換し出力する半導体レーザと、送信データ信号を変調制御信号に変換し出力する駆動回路と、誘導放出光と発光を遮断する遮光制御信号を入力し、遮光制御信号で誘導放出光の透過量を変化させ透過信号光を生成し出力する光変調器と、透過信号光と発光を遮断する遮光制御信号とを入力し、遮光制御信号に応じて透過信号光の伝達を遮断する遮光素子とを有することを特徴とする。

*(光送信器は)* また、上記に加え、半導体レーザの温度を検出し温度検出信号を生成し出力する温度検出器と、光波長設定信号を生成し出力する光波長設定回路と、光波長設定信号と温度検出信号とを比較し光波長制御信号を生成し出力する光波長安定化回路と、光波長制御信号で半導体レーザの光波長を制御する光波長制御手段と、光波長設定信号と温度検出信号との差分を判定し遮光判定信号を生成し出力する遮光判定回路と、遮光設定信号と遮光判定信号とを入力し、遮光制御信号を生成し出力する演算器とを有することを特徴とする。

*(光送信器は)* また、温度検出器に替えて、誘導放出光の一部の光波長を検出し光波長検出信号を生成し、光波長安定化回路と遮光判定回路とに出力するモニタ素子を有することを特徴とする。

また、電流源の駆動電流が光強度制御信号で制御され、誘導放出光の一部から光強度を検出し、光強度検出信号を生成し出力する受光素子と、光強度設定信号を生成し出力する光強度設定回路と、光強度設定信号と光強度検出信号を比較し、光強度制御信号を生成し出力する光強度安定化回路とを有することを特徴とする。

また、光強度設定回路が、光強度変更信号を入力し、光強度変更信号で制御された光強度設定信号を出力し、光波長設定回路が、光波長変更信号を入力し、光波長変更信号で制御された光波長設定信号を出力し、光強度と光波長と送信光信号の遮断・復帰とを制御する制御論理信号と光強度検出信号と光波長検出信号を入力し、光強度変更信号と光波長変更信号と遮光設定信号を出力する外部制御用インターフェイス回路を有することを特徴とする。

## 光伝送システムは

また、光波長が異なる複数の前述の光送信器と、それらの光送信器が出力する送信光信号を合成し、光波長多重光信号を生成する合波器と、光波長多重光信号を光波長が異なる複数の受信光信号に分配する分波器と、受信光信号を受信電気信号に変換する複数の光受信器を備えたことを特徴とする光伝送システム。

### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

#### 【図 1】

本発明の第 1 の実施形態における光送信器の基本構成を示す図である。

#### 【図 2】

本発明の第 2 の実施形態における光送信器の基本構成を示す図である。

#### 【図 3】

本発明の第 3 の実施形態における光送信器の基本構成を示す図である。

#### 【図 4】

本発明の第 4 の実施形態における光送信器の基本構成を示す図である。

#### 【図 5】

本発明の第 5 の実施形態における光送信器の基本構成を示す図である。

#### 【図 6】

本発明の第 6 の実施形態における光送信器の基本構成を示す図である。

#### 【図 7】

本発明の実施形態における光伝送システムの基本構成を示す図である。

#### 【図 8】

本発明の実施形態に用いる電界吸収型光変調素子の透過率と印加電圧の関係の一例を示す図である。

#### 【図 9】

本発明の実施形態に用いる分布帰還型半導体レーザにおける誘導放出光の光波長と素子温度の関係の一例を示す図である。

#### 【図 10】

本発明の実施形態に用いる分布反射型半導体レーザにおける誘導放出光の光波長と電流信号の関係の一例を示す図である。

#### 【図 11】

従来の光送信器の基本構成を示す図である。

### DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS

本発明に関して、の主に図 1 から図 7 を用いて説明する。

図 1 に、本発明に係る光送信器の第 1 の実施形態を示す。この光送信器は、電流源 7 0、半導体レーザ 1 0、光変調器 2 0、駆動回路 8 0 により構成する。

光変調器 20 としては、電界吸収型光変調素子を用いている。光送信器に入力されるデータ信号に応じて、駆動回路 80 は High レベル / Low レベルを有する変調制御信号を生成する。一方、電界吸収型光変調素子 20 は図 8 に示するような透過率と印加電圧の関係を持っている。本実施形態では、電界吸収型光変調素子 20 の透過率を変調制御信号の High レベル / Low レベルに応じて変化させることにより、誘導放出光の強度を変化させ光信号を生成する。

一方、駆動回路 80 は、遮光制御信号を入力した場合、データ信号によらず Low レベルの変調制御信号を発生させる。従って、遮光制御信号を入力することにより、光信号の遮光を実現できる。

本実施形態に示す光送信器は、光信号の発出 / 遮断制御に際して、レーザ駆動電流を変化させない。このため、半導体レーザの素子温度が一定値に保たれ、誘導放出光および光信号の光波長変動を抑制できる。

図 2 に、本発明に係る光送信器の第 2 の実施形態を示す。この光送信器は、電流源 70、半導体レーザ 10、光変調器 20、駆動回路 80、遮光素子 30 により構成する。本実施形態において、遮光制御信号を入力した場合、遮光素子 30 の透過率が変化し、光信号を遮光することができる。

遮光素子 30 としては、光信号の発出 / 遮断制御に際して、半導体レーザ 10 に与える熱的影響が小さいものが望ましく、電界吸収型光変調素子もしくは光シャッタを用いている。

本実施形態は、遮光素子 30 を光変調器 20 と独立に設けている。従って、半導体レーザ 10 と光変調器 20 がワンチップ化された半導体素子であり、半導体レーザ 10 と光変調器 20 の熱的な結合が避けられない場合であっても、光信号の発出 / 遮断制御に際して半導体レーザ 10 に熱的擾乱を与えない光送信器を実現できる。

図 3 に、本発明に係る光送信器の第 3 の実施形態を示す。本実施形態は、図 2 に示す光送信器において、さらに、半導体レーザの素子温度を検出する温度検出器 40、半導体レーザの誘導放出光の光波長を制御する光波長制御手段 60、光波長設定回路 62、光波長安定化回路 61、遮光判定回路 65、演算器 66 を設けた光送信器である。本実施形態で用いる半導体レーザ 10 としては、誘導放出光の光波長を素子温度により制御できる分布帰還型半導体レーザを用いる。図 9 に、分布帰還型半導体レーザにおける誘導放出光波長の素子温度依存性の一例を示す。また光波長制御手段 60 としては、ペルチェ電流制御回路、ペルチェ素子により構成する。

本実施形態に示す光送信器は、上記構成により、半導体レーザ 10 の素子温度を一定に保つことができる。すなわち、光送信器外部の環境温度によらず、光信号を安定した光波長で送出することができる。また、半導体レーザ 10 の素子温

度を検出し、半導体レーザ 10 の素子温度が光波長設定回路 62 の定める設定値に対して所定誤差を超える場合は、遮光判定を行い遮光素子 30 にて光信号を遮断させる。従って、光送信器の不安定状態（例えば電源投入直後）において、半導体レーザ 10 の素子温度が設定温度に到達していない期間の光信号の送出を防止し、誤った光波長の光信号を生成しない光送信器が実現できる。

一方、図 3 に示す第 3 の実施形態は、素子温度に対してフィードバック制御を行っている。従って、半導体レーザ 10 が経年劣化に伴い素子温度と無関係に光波長が変動する場合、図 3 の実施形態の光送信器では、光波長の安定化が困難となる。

図 4 に、半導体レーザ 10 の経年劣化による光波長変動を抑制する光送信器として、本発明に係る光送信器の第 4 の実施形態を示す。本実施形態は、図 2 に示す光送信器において、さらに、誘導放出光の一部より光波長を検出するモニタ素子として受光素子 50、半導体レーザ 10 の誘導放出光の光波長を制御する光波長制御手段 60、光波長設定回路 62、光波長安定化回路 61、遮光判定回路 65、演算器 66 を設けた光送信器である。本実施形態で用いる半導体レーザ 10 としては、誘導放出光の光波長を素子温度および電流信号により制御できる分布反射型半導体レーザを用いる。図 10 に、分布反射型半導体レーザにおける誘導放出光波長の電流信号依存性の一例を示す。また光波長制御手段 60 は、ヘルテ電流制御回路、ヘルテ素子および電流制御回路より構成する。

本実施形態に示す光送信器は、上記構成により、誘導放出光の光波長に対してフィードバック制御を行い、光信号の光波長を一定に保つ。これにより、経年劣化により素子温度とは無関係に半導体レーザの誘導放出光が変動する場合でも、長期に渡り光信号の光波長を安定化させる光送信器を実現する。

また、誘導放出光の光波長を検出し、光波長が光波長設定回路 62 の定める設定値に対して所定誤差を超える場合は、遮光判定を行い遮光素子 30 にて光信号を遮断させる。従って、光送信器の不安定状態（例えば電源投入直後）において、光信号の光波長が所定誤差を超える期間は、光信号の送出を防止し、誤った光波長の光信号を生成しない光送信器が実現できる。

図 5 に、本発明に係る光送信器の第 5 の実施形態を示す。本実施形態は、図 4 に示す光送信器において、半導体レーザ 10 の誘導放出光の一部より光強度を検出する受光素子 55、光強度設定回路 72、光強度安定化回路 71 を設けた光送信器である。本実施形態では、半導体レーザ 10 が経年劣化により発光効率変動する場合であっても、誘導放出光の光強度がフィードバック制御により一定に制御されている。すなわち、長期に渡り安定した光信号の光波長と光信号振幅を生成するとともに、誤った光波長で光信号を送出しない光送信器が得られる。

図 6 に、本発明に係る光送信器の第 6 の実施形態を示す。本実施形態は、図 5

に示す光送信器において、光送信器に入力する制御論理信号に応じて光強度、光波長の設定値および遮光設定を変更する制御インタフェース回路 90 を設けた光送信器である。本実施形態では、光送信器の外部に設けた電気回路により、光送信器の光強度、光波長、光信号の送出／遮光状態を一括して制御できる。また、受光素子（モニタ素子）50 と受光素子 55 の出力信号をモニタし、制御インタフェース回路を介して光送信器の外部に設けた電気回路に警報信号を出力することができる。

また、制御論理信号の変更により光信号の光強度、光波長が過渡的な変動を伴う場合、遮光素子 30 により光信号が遮光されるので、誤った光強度、光波長の光信号の発出が防止される。

これにより、光伝送システムの伝送距離、光波長チャンネルの変更に対して柔軟かつ速やかに対応できる光送信器が得られる。また光信号の送出／停止制御信号、警報信号を一括して光送信器の外部に設けた電気回路と双方向通信する光送信器が実現できる。図 7 に、本発明に係る光伝送システムの実施形態を示す。本実施形態は、図 1、2、3、4、5、6 に示す何れかの光送信器 100、合波器 300、光ファイバケーブル 500、分波器 400、光受信器 200 を備えた光伝送システムである。本実施形態に用いる光送信器 100 は、光信号の送出／遮断制御およびシステム電源の投入直後において、誤った光波長の光信号生成を防止するものである。従って、本実施形態の光伝送システムは、所定の光波長チャンネル以外において光信号を生成しないので、隣接する光波長チャンネルの光信号と混信することなく、伝送誤りの少ない光伝送を実現する。

本発明によれば、光信号の送出／遮断制御およびシステム電源の投入直後において、誤った光波長の光信号生成を速やかに防止する光送信器が提供できる。この結果、隣接する光波長チャンネルの光信号と混信することなく、伝送誤りの少ない光伝送システムが実現できる。